Ministère de la Communauté française
Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique
____

Contribution à un enseignement des sciences fondé sur la construction de compétences

(1er degré ens. secondaire)

Albert ART, Cécile de BUEGER, Philippe DELFOSSE, Gérard FOUREZ,
Jean-Marc GUILLEMEAU, Léon MATHOT, Antoine ROOSEN

Publié en 1996

PREAMBULE

AUX PROFESSEURS DE SCIENCES DU 1ER DEGRE

La mise en oeuvre des socles de compétences lance un défi à tous les professeurs du 1er degré.

En effet, la pédagogie qu'elle implique devrait transformer non seulement la tâche des professeurs, mais aussi les représentations et l'approche que les élèves auront des différentes disciplines.

Nous partageons l'idée que le travail d'équipe indispensable qui vous est demandé et qui vous redonne une liberté et une responsabilité nouvelles doit se concevoir dans un cadre d'échanges dépassant celui de la classe et de l'école.

C'est pourquoi, scientifiques enseignant dans nos universités ou inspecteurs dans le 1er degré nous avons souhaité participer à cet effort collectif. Nous avons constitué un groupe de travail dans le but de préparer dans un premier temps des documents à débattre. Ceux-ci suggèrent des pistes d'action et veulent faire réfléchir à différentes façons de traduire en séquences pédagogiques les compétences en sciences.

Ces textes ne constituent ni des leçons modèles, **ni même des leçons ;** leur approche et leur niveau de formulation sont d'ailleurs très différents.

Notre ambition est qu'ils fassent l'objet d'une analyse, s'enrichissent de critiques, de suggestions et d'expérimentations.

Cette démarche s'inscrit en coopération avec celles que les réseaux, les écoles, les équipes d'enseignants développent déjà.

Sur la feuille-réponse qui clôture cette brochure, nous vous invitons à exprimer brièvement vos réactions ou demandes auxquelles nous nous proposons de donner suite dans le cadre de la formation continuée afin d'aboutir collectivement à la conception d'outils de plus en plus proches de vos besoins.

Nous vous remercions de l'intérêt que vous accorderez à cette démarche.

Albert ART, Cécile de BUEGER, Gérard FOUREZ, Jean-Marc GUILLEMEAU, Antoine ROOSEN: des Universités de Bruxelles, Liège, Louvain, Namur.

Philippe DELFOSSE, Léon MATHOT: inspecteurs à la Communauté française.

VERS UN MODULE DE FORMATION A L'OBSERVATION, A LA MODELISATION ET A L'EXPERIMENTATION SCIENTIFIQUE

I. LES BOUTONS D'APPEL DES ASCENSEURS

Situation-problème: vous voulez monter en ascenseur et il y a deux boutons d'appel avec flèche, l'une vers le haut, l'autre vers le bas. L'ascenseur est en bas. Qu'allez-vous faire? Quels seront les effets de votre action?

Une démarche didactique

Le document de travail inter-réseaux, traitant des socles de compétences en sciences, prévoit de *"privilégier l'acquisition... de la démarche scientifique... à partir de situations problèmes"* en s'appuyant *"sur l'observation de l'environnement de l'élève dans (sa) dimension... technologique".*

Les pages qui suivent proposent une activité pédagogique qui répond à ces propositions. Nous avons choisi une technologie familière, celle des ascenseurs, pour montrer comment une démarche scientifique peut émerger de situations de vie concrètes.

Notre activité relève du cours de sciences, pris dans son sens le plus général, donc propre à satisfaire plusieurs points de programmes que chacun identifiera sans peine. L'objectif, très général lui aussi, est la découverte et la pratique de la démarche scientifique; il s'adapte parfaitement, pour donner un exemple, à un cours d'éducation à la technologie dont l'ambition serait de dégager le lien entre démarche scientifique et démarche technologique.

Mais il reste que cet objectif général - découverte des caractéristiques de la démarche scientifique - est une dimension fondamentale de toute formation et qu'il n'est pas lié aux "matières scientifiques" prises au sens étroit du terme.

L'activité se propose donc d'observer et de modéliser une situation concrète; nous proposons de déterminer des normes d'utilisation d'une technologie connue: l'ascenseur. **Une telle modélisation conduira l'élève à comprendre qu'une démarche scientifique ne doit pas nécessairement se situer dans la recherche des résultats standardisés révélés par la communauté scientifique, mais peut aussi concerner les situations-décisions de la vie de tous les jours.**

Ainsi l'élève sera capable, lui aussi, d'entreprendre des démarches scientifiques. Le module ne couvre nullement un domaine où s'accumuleraient des résultats scientifiques; l'élèves y apprend seulement (!) à raisonner, à réfléchir, rassuré qu'il est par le fait que l'utilisation d'un ascenseur ne fera jamais partie d'un programme "disciplinaire" sujet à examen...

Apparaît ainsi, à travers ce module, **cette conception nouvelle d'un cours de sciences dont l'objectif n'est plus uniquement connaissance de résultats, mais bien apprentissage de démarches. Et nous voici très proche des « compétences transversales » qui pourront heureusement irriguer les prochains cours mais aussi et surtout, l'action quotidienne.**

Quelles capacités? Quelques objectifs opérationnels.

L'enseignant pourrait les formuler, selon le contexte, les contraintes institutionnelles, son projet personnel et celui des élèves, de la façon suivante (liste non exhaustive, bien entendu, et non hiérarchisée):

- repérer des éléments significatifs dans une situation donnée;
- choisir et sélectionner des éléments pertinents d'observation (on n'observera pas la couleur de l'ascenseur, ni le bruit qu'il fait);
- énoncer des fondements de l'observation scientifique (exemple: référence à un cadre théorique, à des présupposés acceptés);
- écouter l'observation d'un autre et préciser la différence avec la sienne;
- différencier la terminologie technique des spécialistes et les termes inventés pour décrire une situation donnée;
- utiliser la démarche scientifique dans des contextes non explicitement scientifiques;
- exprimer des "lois" d'un phénomène donné;
- construire un modèle pour analyser une situation (dans un contexte et dans un projet donnés);
- communiquer à d'autres le modèle construit en distinguant de la description "théorique" ainsi obtenue les normes qu'on pourrait y attacher;
- tester, comme on le fait en sciences, les modèles construits pour vérifier s'ils sont satisfaisants (ou jusqu'à quel point ils le sont);
- identifier des normes techniques dans les situations de la vie courante;
- établir des liens entre normes techniques et normes éthiques;
- distinguer différents niveaux de compréhension d'une situation technologique (par exemple: technique et éthique);
- produire plusieurs "lectures" d'une situation et les superposer (la lecture technique d'un ascenseur n'est pas la lecture qu'on en fait dans la vie quotidienne);
- exprimer clairement dans sa langue maternelle le résultat d'une recherche;

- décoder projets et choix derrière un "design" technologique;

- utiliser des termes techniques et standardisés du langage technologique;

- recourir au spécialiste en fonction de besoins dûment identifiés;

- caractériser la complexité d'une technologie courante, comme l'ascenseur, par quelques critères.

Les praticiens auront tôt remarqué que cet ensemble disparate de capacités est beaucoup trop touffu pour être mis en oeuvre dans un seul module; une séquence didactique déterminée devra en privilégier quelques-unes, en fonction des paramètres du contexte local. Chacun peut reconnaître au passage des compétences relevant du savoir, du savoir-faire et même du savoir-être (comme l'écoute de l'autre, par exemple). Le choix est donc ouvert.

Ces mêmes praticiens savent aussi que la plupart de ces capacités ne peuvent s'acquérir que dans la mesure où la réflexion qu'elles exigent s'exerce au départ d'une pratique. L'élève doit "se regarder faire", "se regarder apprendre". Construire avec lui une métacognition est une tâche de tous les instants qui réclame une didactique spécifique; or, on ne dispose pas toujours de tout le temps qu'imposerait l'explication de tous les mécanismes de pensée mobilisés pendant une démarche. Le professeur sélectionnera donc des capacités qu'il souhaite faire atteindre et sur lesquelles il mettra l'accent, même si, potentiellement, la démarche entreprise permettrait d'en assimiler davantage.

Nous proposons, quitte à susciter quelques controverses, un apprentissage où tout ne doit pas être nécessairement explicité, où l'enseignant fera prendre conscience aux élèves des démarches qu'il entreprend en "économisant" néanmoins certaines explications formelles. En fait, c'est en **pratiquant** la méthode scientifique avec, en vue, un objectif concret que l'élève assimilera des méthodes scientifiques de travail et non en écoutant, de la part du professeur, un "discours sur la méthode"...

Ce qui vient d'être dit, n'empêche nullement le professeur de montrer et de verbaliser, à l'intention de l'élève, certaines de ses démarches; c'est la raison pour laquelle une explication, une verbalisation, sont proposées dans la séquence d'apprentissage qui suit.

Séquence d'apprentissage

L'étude proposée peut se faire à différents niveaux en fonction du temps imparti et des attentes des élèves. Une pédagogie différenciée est possible.

* **Situation-problème de départ:**

Beaucoup d'ascenseurs ont deux boutons d'appel, l'un signalé par une flèche allant vers le haut, l'autre par une flèche allant vers le bas. (Remarquons qu'il s'agit déjà d'une interprétation des boutons). Beaucoup d'utilisateurs poussent sur les deux boutons à la fois quand ils veulent appeler l'ascenseur. Est-ce une "bonne" manière d'agir? On peut, une semaine avant la classe qui étudiera cette situation, inviter les élèves à observer les gens qui appellent les ascenseurs et à voir comment ils font.

* **Objectif:**

Identifier le mode de fonctionnement du système d'appel des ascenseurs de manière à établir une norme d'utilisation: rédiger une note indiquant pourquoi et comment utiliser les boutons d'appel.

* **Démarches:**

Il s'agira d'observer le fonctionnement de l'appel de l'ascenseur, de s'en donner des "lois" et un "modèle"; ce modèle sera adéquat au projet de rédaction d'une note d'utilisation des ascenseurs.

* **Etapes des démarches:**

1) Avant l'observation:

Expliciter ce que l'on suppose, c'est-à-dire le cadre qu'on estime adéquat pour entreprendre le travail d'observation. Il s'agit donc, dans la démarche, de percevoir que l'observation se fera en sélectionnant des éléments et "en supposant des choses"... Cette sélection pourrait, à un moment donné, nous faire perdre des informations: ainsi, on peut se demander si la couleur de la porte de l'ascenseur importe, si l'on tient compte de la couleur des lumières qui apparaissent quand on pousse sur le bouton. Avant d'observer, on "interprète" et on "sélectionne": déjà, une certaine "standardisation" s'opère. Une question s'impose: "Quels sont les critères qui vont conduire l'observation?".

Généralement, ce ne sera qu'après l'observation que le professeur pourra faire remarquer aux élèves leurs sélections et leurs interprétations. Ce qui importe, en tous cas, c'est d'admettre que l'observation n'est jamais ni neutre ni complète: toute observation se réfère à un projet, elle interprète, elle sélectionne; elle engage des a priori sur la pertinence des observations (notons que cet aspect de sélection échappe souvent aux manuels qui, eux, présupposent une observation neutre, sans interprétation, voire complète; un des intérêts du cadre technologique que nous proposons est la mise en évidence des démarches ignorées par les présentations classiques d'observations).

Pour observer, il faut savoir nommer des objets et des situations. Il importe donc de se mettre d'accord sur les définitions d'objets. La définition - qui est standardisation du langage - peut être produite dans un langage propre au groupe-classe, ou utiliser un langage standardisé de manière plus large, par exemple celui des électriciens. Ici peut intervenir une prise de conscience chez l'élève: l'intérêt du langage technique comme langage standardisé socialement; on peut, à cet effet, consulter un spécialiste des réparations ou de l'entretien des ascenseurs, ou encore utiliser une note d'usage pour spécialistes.

<u>L'observation des ascenseurs</u>:

Observer le fonctionnement des appels d'ascenseurs suppose une série d'observations. L'intérêt de ce type d'observation apparaît dès qu'il devient évident que l'observation consiste à se donner un mini-modèle d'une situation. Un va-et-vient s'opère entre pratiques d'observations et questions. L'observation se révèle donc comme un processus actif où élaboration théorique et tests se succèdent; pour chaque type d'observation, il faut "modéliser" une situation et faire des essais.

Nous voici amenés à construire des situations d'observation diverses: que se passe-t-il si je pousse un bouton "flèche haut" quand le système est au repos? Que va-t-il se passer si je pousse le bouton quand l'ascenseur est en mouvement, soit par un autre appel, soit parce qu'une personne est en train de monter ou de descendre? (Remarquons qu'il n'est pas évident que, dans tous les types d'ascenseurs, pousser le bouton quand l'ascenseur est en mouvement serve à quelque chose). Quel est l'effet d'un "ordre de mouvement" à l'intérieur de l'ascenseur lorsqu'un appel a été exercé sur un bouton fléché à l'extérieur?

Ces observations inviteront nécessairement à formuler des hypothèses, des "lois du mouvement de l'ascenseur" ("lois" qui ressemblent à ce qu'on appelle les "lois de la nature"). Il faut noter ici que selon la manière dont on aura modélisé la situation, certaines observations semblent donner des résultats contradictoires: par exemple, si ma modélisation parle de l'ascenseur en mouvement, et que je l'appelle pendant qu'il est en mouvement, il pourra parfois s'arrêter au passage, parfois pas; nous laisserons ici au lecteur le soin de se donner une "loi" qui permette d'expliquer cette contradiction...

Sur le plan logique, des remarques utiles peuvent naître ici car des élèves auront tendance à multiplier les observations, sans guère de modélisation, et ils n'arriveront pas à grand chose; d'autres élèves par contre percevront vite l'intérêt des modélisations.

Certains élèves peuvent connaître des réponses, mais cela ne veut pas dire qu'ils seront capables d'expliquer aux autres ce qu'ils connaissent. Un travail de groupe est possible ici, ceux qui connaissent - ou croient connaître - communiquent leur savoir à ceux qui ne connaissent pas...

Dans la recherche des lois et des modèles de fonctionnement, un degré de difficulté peut être défini: ainsi on peut décider de mesurer le temps dont on dispose lorsqu'on veut sortir de l'ascenseur avant d'être happé par quelqu'un d'autre qui l'appelle; remarquons qu'une telle observation-mesure présuppose déjà toute une modélisation du fonctionnement.

Remarquons encore que l'on peut se limiter à l'observation d'un seul ascenseur, ou en considérer plusieurs, quitte à construire une typologie des ascenseurs. Une discussion peut évaluer l'intérêt d'examiner divers types d'ascenseurs, en vue de la note qu'on a en projet.

Un grand nombre d'actions sont donc possibles. L'enseignant choisira celles qui permettront à ses élèves de s'approprier les démarches scientifiques visées et à acquérir les capacités privilégiées.

3. La modélisation technique:

Après un certain nombre d'observations, il devient possible de se donner un modèle (ensemble "articulé" de lois de fonctionnement) qu'on essayera de mettre en défaut. S'il peut être mis en défaut, il faudra en chercher un autre. Un travail important de réalisation et de communication devra être produit et valorisé dans l'élaboration et la mise à l'épreuve du modèle. Comment, par exemple, énoncer clairement la manière dont les appels fonctionnent?

Peut-être les élèves seront-ils capables de créer eux-mêmes le modèle attendu. Parfois ils ne le pourront pas, leur capacité de synthèse et de création étant encore trop faible. L'enseignant peut alors proposer lui-même un modèle, et, dans ce cas, dégager pour ses élèves l'importance, dans une démarche scientifique, du recours au spécialiste pour "dépanner". Il peut aussi souligner l'intérêt du recours à certaines solutions venant du passé (ce qu'on appelle, en science, les "résultats scientifiques", ou, en d'autres termes, les réponses standardisées qui se sont révélées efficaces). On peut aussi schématiser le modèle construit par un dessin technique.

4. Les limites du modèle:

Si on a trouvé un modèle performant, on peut examiner dans quelles circonstances ce modèle n'est plus pertinent; par exemple: le modèle construit prend-il en compte ce qui arrive quand l'oeil électronique arrêtant l'ascenseur entre en fonction?

De même, se pose la question de la standardisation des ascenseurs: tous les ascenseurs ont-ils le même fonctionnement? On peut observer des ascenseurs plus vieux, sans "mémoire"...

5. La traduction du modèle dans les termes de la vie courante:

Il s'agit ici de traduire pour la vie courante des éléments techniques. Traduire l'énoncé technique "l'ascenseur s'arrête dans telle ou telle circonstance" en un énoncé plus fonctionnel, plus pratique à destination des utilisateurs, par exemple: "si je veux monter, je pousse la flèche allant vers le haut", "quand je pousse les deux flèches, je risque de faire perdre du temps à d'autres, à moi-même". Il peut aussi être intéressant d'essayer de comprendre et de mettre en discours les intentions du constructeur et voir comment la technique et la vie courante se traduisent mutuellement: comment traduire les fonctionnements techniques en intérêts pour les utilisateurs? (Noter, à ce propos, la pratique du représentant de commerce: traduire le technique en langage courant).

6. La traduction en "normes":

Le fonctionnement de l'ascenseur, une fois appréhendé, il s'agit d'exprimer des normes d'utilisation de la technique d'appel; par exemple, la norme très simple: "pousser le bouton à flèche haut quand je veux monter". Cette explication doit mettre en oeuvre la capacité d'expression et de communication des élèves.

On peut aller plus loin et se demander si l'on a toujours intérêt à suivre la règle ainsi posée: existe-t-il des situations où la règle peut être ignorée? Quid de l'éthique ici? Des normes éthiques peuvent se superposer aux normes techniques. Par exemple: avons-nous le droit d'arrêter d'autres personnes dans leur ascension ou dans leur descente? Y a-t-il des situations où les normes techniques entrent en conflit avec des normes éthiques? Des situations où, pour respecter les autres - par exemple ne pas les arrêter en chemin - il faut négliger son intérêt? Y a-t-il moyen, par un usage adéquat, de gagner du temps?

On peut aussi se demander si les constructeurs auraient pu adopter une autre manière "standardisée" de concevoir et de construire l'appel des ascenseurs. Quelles sont les considérations qui les ont amenés à choisir celle-ci? Quels sont les enjeux qui y sont liés?

Pourrait-on imaginer un système où les constructeurs auraient décidé que la personne qui se trouve dans l'ascenseur est toujours prioritaire? Comment ce choix éthique se traduirait-il dans un système technique? Discuter les avantages et les inconvénients d'un tel choix? Prendre conscience, à travers cela, que toute technologie incarne des décisions humaines sur la manière de vivre ensemble.

* **D'autres tâches sont prévisibles :**

- comparer le fonctionnement d'un ascenseur avec appel en flèches haut et flèches bas avec un vieil ascenseur sans mémoire;
- construire une typologie des ascenseurs selon le critère "fonctionnement de l'appel";
- examiner jusqu'à quel point les systèmes d'appel sont standardisés.

A travers de tels apprentissages, les élèves peuvent aussi apprendre que les méthodes scientifiques permettent d'être moins dépourvus face aux technologies: il est possible de comprendre leur fonctionnement (c'est-à-dire de les modéliser) et même de "négocier" avec elles (c'est-à-dire de décider comment on va les utiliser).

Faut-il souligner davantage la richesse potentielle de telles situations-problèmes? Elles sont là, sous nos yeux, à notre disposition, pour peu que nous soyons attentifs. A nous d'en faire bon usage pédagogique.

Gérard FOUREZ et
Antoine ROOSEN

II LE FONCTIONNEMENT D'UNE BROUETTE

Situation-problème: en terrain accidenté, vaut-il mieux tirer ou pousser une brouette chargée?

Le module est centré autour d'une brouette, mais on peut le construire à propos d'un caddie; même si la question de franchir une bordure se pose de façon semblable, la différence du nombre de roues peut cependant entraîner des effets différents.

Les intentions et les objectifs (de même que quelques indicateurs de leur réalisation) visés par un tel module sont énumérés à la fin de la séquence.

* **Contexte du module:**

Pour observer, il ne suffit pas de regarder. On observe toujours dans un projet et dans un contexte. Dans le cas qui va nous occuper, nous proposons de centrer l'observation autour de la question suivante: **"Quelle est la façon la plus pratique, dans un terrain accidenté: pousser ou tirer une brouette?"**. En vue de travailler à cette question, nous proposons d'abord les observations dans des contextes plus précis. Nous supposerons que la brouette est assez chargée (ce qui rend plus intéressante la différence entre pousser et tirer).

* **Première observation (assez spontanée):**

On pousse la brouette et puis on la tire sur un même trajet (non totalement plan). On essaie de déterminer quel procédé a été ressenti comme plus commode. On se trouve devant une observation qualitative, mais elle peut parfois suffire pour résoudre certaines questions. L'expérimentateur peut se contenter de dire que c'était plus facile; mais il peut aussi accompagner ce résultat d'une explication: il s'agit alors d'un premier modèle (par exemple: "C'est plus facile de tirer parce que la brouette se cale moins"). Il importe de recommencer l'expérience plusieurs fois pour vérifier si on arrive au même résultat qualitatif et si le modèle explicatif a l'air de tenir la route. Il importe de faire comprendre aux élèves que ce type d'expérience est tout aussi scientifique que des expériences faites avec des appareils compliqués.

* **Seconde observation liée à un dispositif expérimental simple (déjà plus élaborée)**

Cette fois-ci on pousse et on tire la brouette en lui faisant franchir une bordure (par exemple un trottoir ou un simple madrier). Il importe de se rendre compte que ce type d'expérience part d'une certaine **modélisation** et d'une certaine **réduction** du problème. On a supposé que la différence entre pousser et tirer dépendait des aspérités et obstacles (c'est-à-dire qu'elle n'apparaîtrait pas sur un terrain vraiment plan...). De plus, on pourra décider de faire l'expérience en conduisant la brouette de façon perpendiculaire à la bordure (éventuellement en discutant des raisons qui amènent à ce choix). Il est possible de discuter des différentes manières dont les élèves vont exprimer que la brouette est perpendiculaire à la bordure et par là se rendre compte de l'intérêt d'avoir un langage spécialisé (technique pour la communauté scientifique ou pour une communauté de techniciens). {N.B.: une question pour le professeur qui aurait envie de réfléchir: "Sur un terrain vraiment plan, y a-t-il une différence entre "pousser" et "tirer" la brouette?". C'est un problème amusant: il n'a sans doute pas de réponse en une physique simple, car beaucoup dépend de la manière dont un marcheur pousse et tire, ce qu'on ne formalise pas facilement en physique. C'est un problème intéressant qui montre que le langage classique des disciplines n'a pas toujours de réponse adéquate, même pour des problèmes fort simples}.

1) On peut commencer l'expérience avec une seule bordure, et voir si, dans ce cas, on arrive plus nettement à conclure que pousser est plus difficile que tirer. Il est possible de faire varier l'expérience en demandant de passer la bordure avec une brouette allant de plus en plus vite et de décrire ce qui se passe "avec des mots" dans un rapport. Il est possible aussi de diviser la classe en "deux laboratoires": le premier fait ses expériences et les communique à l'autre qui essaie de les répéter. On met ainsi en valeur l'importance de la communication en sciences (communication verbale, écrite, schématisée ou mathématique). On risque aussi de s'apercevoir que lorsqu'on ne dispose pas de langage bien standardisé, il n'est pas facile de communiquer des expériences. Tout cela est très formatif et fait partie des compétences importantes à acquérir [1].

[1] Et cela peut aussi ressembler à un jeu qui permet de découvrir la nécessité de se donner des terminologies spécifiques pour parler de ce qu'on fait; et qui fait trouver intéressant de connaître les terminologies utilisées par les communautés de spécialistes concernés (jardiniers, mécaniciens, physiciens, etc.). Notons aussi que le jeu serait encore plus passionnant s'il s'avérait que la classe avait émis plusieurs thèses à propos de la manière de manoeuvrer une brouette.

2) On peut faire l'expérience et l'observation avec des bordures de plus en plus hautes. Cette fois-ci la différence entre la traction et la poussée devient plus nette au fur et à mesure que l'on élève la bordure.
Ici encore, on peut demander aux élèves de faire un récit d'observation: "Que se passe-t-il?". Le récit aura nécessairement un aspect explicatif. On peut demander à des groupes différents de raconter l'expérience, de manière à avoir divers récits de modélisation et de voir leurs différences.

3) On peut aussi faire l'expérience de voir quand, sauf effets spéciaux de "sauts" de la brouette, une brouette "poussée" restera calée sur une bordure d'une certaine hauteur, tandis que "tirée", il n'en sera pas de même...jusqu'à une autre hauteur, plus élevée...
Dans cette troisième expérience, on peut faire une mesure de la hauteur à laquelle une brouette (poussée pas trop vite") "cale". Il est possible de faire une hypothèse sur le rapport entre cette hauteur et le diamètre de la roue de la brouette.

Suite à ces trois expériences, les élèves proposent "avec leurs mots" une "théorie" de ce qui se passe quand une brouette franchit une bordure (par la perpendiculaire). Ne pas chercher, à ce niveau, à leur faire "trouver" le langage des scientifiques (c'est-à-dire, à les manipuler pour qu'ils croient le découvrir).

4) On peut faire l'expérience d'une brouette essayant de franchir une bordure de biais et produire une description des différences qu'on trouve significatives.

* **<u>Proposition d'une modélisation de l'expérience en une terminologie spécialisée (en langage "technique" ou "standardisé")</u>**

L'enseignant peut maintenant montrer comment des physiciens décriraient le phénomène en "langage standardisé": en termes de **forces**, et **de bras de levier**, avec schéma à l'appui. Il importe de montrer que ces explications ne sont pas "meilleures" que les précédentes (celles des élèves), mais que c'est une manière de faire le récit, qui a été trouvée particulièrement adéquate dans l'histoire de la physique. Il importe de bien faire comprendre que ce langage standardisé n'est pas "la bonne" réponse au problème, mais "une" bonne réponse (on peut même faire remarquer que, pour beaucoup de jardiniers, la modélisation du physicien n'est pas des plus pratiques)[2].
Il est possible aussi de produire un dessin-schéma synthétisant ce qu'on a observé et le modèle qu'on a produit avant de le commenter.

[2]Notons à ce propos qu'on peut envoyer des élèves interviewer des "conducteurs de brouette" et leur apprendre à comparer "leurs" théories avec celles des professionnels. On pourrait parfois être étonné du type de modèles - ou de leur absence - utilisé par ceux-ci. L'interview et sa communication à la classe est ici encore, un exercice qui mérite une réflexion).

* **Insérer la problématique dans un cadre plus large:**

L'avantage à la traction est-il seulement le point de vue du scientifique quand il considère la brouette d'une manière abstraite (c'est-à-dire selon une certaine "modélisation" du problème, ici selon le schéma de la roue franchissant un obstacle) ou cela fonctionne-t-il ainsi dans le concret?

On peut, par exemple, dans ce cadre, percevoir qu'il y a un avantage d'un tout autre type qui vient de la traction: si la brouette est fort chargée et mal équilibrée (portant par exemple des bûches assez longues), une seconde personne peut aider à équilibrer la brouette ou même la pousser, ce qui se ferait plus difficilement quand la première personne ne tire pas la brouette. On montre par là que le système global de la technologie fonctionne "en connivence" avec le système abstrait et modélisé (la brouette du physicien). Par ailleurs, on peut se demander si pousser une brouette ne peut pas être plus confortable, vu la position du corps, que la tirer, mais peut-être pas dans tous les cas (Notez, à propos de cet examen de la brouette d'un autre point de vue que celui auquel pensera le plus souvent le physicien, la différence entre un dessin où l'on voit une brouette sans conducteur - voire schématisée - et un dessin où on verrait le conducteur entouré d'autres personnes: ce sont deux manières différentes de "problématiser" la brouette).

On pourrait aussi discuter des avantages et des inconvénients du modèle du physicien, par rapport à certains modèles de "conducteurs de brouettes" interviewés.

Pour élargir la vision de la brouette, on pourrait ensuite discuter des diverses "technologies" appelées "brouettes" dans un gros dictionnaire (par exemple: le Larousse en deux volumes de 1922) etc...

* **Quelques intentions et objectifs qui seraient visés par un module inspiré de cette esquisse** (pour un module précis, il n'est évidemment pas nécessaire et envisageable de poursuivre à la fois ou de la même façon tous les objectifs possibles!

Plusieurs fois, nous proposons un indicateur du but atteint, mais il importe de savoir que ce n'est qu'un indicateur parmi beaucoup d'autres imaginables:

- Apprendre à observer d'une manière scientifique pour résoudre une question concrète (indicateur: on est parvenu à faire un schéma ou à faire un récit clair de ce qui se passe lors du franchissement d'une bordure).

- Construire un dispositif expérimental ou observationnel simple (plusieurs ont été signalés plus haut).

- Comprendre qu'une expérience peut être autant un "essai" qu'une vérification d'hypothèse (indicateur: avoir constaté que parfois, avant de faire une expérience, on avait une idée de ce qui allait se passer et qu'on la testait, tandis que d'autres fois, on "essayait" sans pouvoir dire ce qui allait se passer).

- Comprendre qu'une observation se situe dans un contexte et un projet (indicateur: savoir exprimer pourquoi on observe; ou encore: savoir désigner des éléments qu'on néglige dans l'observation parce qu'on estime qu'ils ne sont pas appropriés au contexte ou au projet).

- Se rendre compte que les méthode scientifiques ne concernent pas seulement les manuels de sciences mais aussi les situations de la vie courante (indicateur: les élèves expriment qu'ils savent mieux comment fonctionne une brouette; ou encore: les élèves sont tentés de transférer ce qu'ils ont fait à propos de la brouette sur d'autres éléments de la vie courante).

- Savoir exprimer verbalement une observation et/ou le déroulement d'une expérience.

- Comparer ce que l'on a produit comme protocole d'observation et d'expérimentation, et comme récit explicatif, avec une terminologie spécialisée utilisée et "standard", acceptée par la communauté des physiciens (terminologie dite alors "scientifique"). (Par exemple: comparer le récit produit avec une explication en terme de "forces" et/ou de "bras de levier").

- Comprendre l'intérêt d'une terminologie spécialisée (indicateur: les élèves se mettent d'accord pour décrire certains aspects de leur observation d'une façon conventionnelle et décidée entre eux - et, mieux encore, les élèves expriment que cela rejoint la pratique des techniciens ou des scientifiques lorsqu'ils veulent communiquer).

- Produire un dessin-schéma de ce qui se passe lorsqu'on fait franchir une bordure à une brouette.

- Expliquer verbalement ce que le dessin-schéma veut dire.

- Insérer l'un ou l'autre terme spécialisé et "standard" des techniciens ou des scientifiques dans l'explication présentée.

- Utiliser certains termes spécialisés standards pour décrire ce qu'on observe (exemples possibles: hauteur de la bordure, axe de la roue, roue perpendiculaire à la bordure, bras de levier, etc...).

- Comprendre l'intérêt d'une terminologie standardisée (indicateur: les élèves utilisent eux-mêmes le terme de "force" ou celui d'axe de la roue - ou d'autres termes qu'ils savent utilisés par les spécialistes.

- Pour expliquer ce qu'ils observent; ou encore: ils essaient de comprendre le sens des termes des spécialistes lorsqu'ils parlent du phénomène étudié; ou encore: ils peuvent expliquer à quelqu'un d'autre pourquoi ils trouvent intéressant d'utiliser les termes spécialisés des scientifiques).

- Se rendre compte que l'étude scientifique d'un objet technique et de son contexte (ici, la brouette) peut conduire à des normes d'utilisation (indicateur: les élèves désirent aller expliquer à d'autres pourquoi il et intéressant de tirer une brouette ou un caddie quand on veut franchir une bordure).

- Comparer éventuellement le modèle qu'on a produit ainsi avec les modèles spontanés de "conducteurs de brouettes" interviewés.

III <u>LE FONCTIONNEMENT D'UNE CAFETIERE EXPRESSO</u>

<u>Situation-problème:</u> Comprendre le fonctionnement d'une cafetière expresso italienne pour savoir bien l'utiliser.

Les intentions et les objectifs du module qui pourront être tirés de cette esquisse sont, en gros, semblables à ceux relatifs au fonctionnement de la brouette (ces cafetières italiennes étant plus faciles à apporter en classe qu'une brouette!). Il s'agit de ces cafetières à deux étages: on met de l'eau dans celui du bas, un filtre surplombe une sorte d'entonnoir, et on visse la partie supérieure. Lorsque l'on fait bouillir la partie inférieure, elle fait pression , fait monter de l'eau à travers le filtre; l'eau sort d'une colonne au centre du pot supérieur et on obtient du café dans la partie supérieure. Cette expérience peut aussi servir à introduire la notion "standardisée" de "pression".

* **<u>Première observation (assez spontanée)</u>**

On peut, par petits groupes, produire un récit descriptif de la cafetière alors qu'elle ne marche pas. Comparant ces récits, on pourra remarquer les processus de sélection (qui correspondent à une représentation implicite de ce qui serait intéressant pour le projet). On peut, par exemple, voir ce que l'on a laissé tomber dans la description.

On peut, suite à cette première observation, faire un dessin schéma de la cafetière (lors de la construction du dessin-schéma, il sera possible de discuter ce qu'on y mettra en fonction du projet que l'on a; on peut noter que plusieurs dessins-schémas qui pourraient être faits; on peut discuter de la différence entre ce dessin-schéma et le dessin que produirait un artiste - et par là comprendre comment un dessin est toujours un "modèle" plus qu'une sorte de "photo"). Plusieurs fois, dans le module, on peut revenir au dessin-schéma pour voir comment on est tenté de le modifier suite aux nouvelles informations dont on dispose.

* **<u>Seconde observation liée à un dispositif expérimental simple (déjà plus élaborée)</u>**

Ici, on observera la cafetière en train de fonctionner. Il s'agit de produire un récit de description du fonctionnement. Plus que dans la première observation, on va élaborer un modèle. On peut aussi voir ce qu'on aura sélectionné et ce qu'on aura laissé tomber dans la description {par exemple: aura-t-on noté qu'il reste un peu d'eau dans la partie du fond de la cafetière (à moins qu'on ait laissé bouillir le tout longtemps)}.

* **<u>Expériences permettant de tester le modèle proposé et d'essayer diverses possibilités</u>**

On peut faire diverses expériences, par exemple, en essayant de faire marcher la cafetière sans filtre, ou avec filtre mais sans café, ou en retirant le joint en caoutchouc. Suite à chacune de ces expérience, on peut se donner un modèle de plus en plus élaboré et testé. Ce modèle, pourtant, ne donnera normalement pas lieu à des termes scientifiques, sauf par réminiscence des élèves.

* **<u>Proposition d'une modélisation de l'expérience en langage standardisé</u>**

Ici, un enseignant peut indiquer qu'une partie du phénomène se décrit fort bien en utilisant la notion standardisée (scientifique) de pression. Un modèle de ce concept peut alors être enseigné et on peut montrer son utilité (sa fécondité) pour décrire ce phénomène et d'autres encore. Il est possible de lier ce concept à des expressions utilisées auparavant dans la description. Il est possible de préciser ce que signifie une notion scientifique, c'est-à-dire une manière de s'exprimer très pratique. On peut expliquer aux élèves que si leurs descriptions pouvaient être aussi "bonnes" que celles utilisant la notion de pression, celle-ci a un intérêt particulier parce qu'on s'est mis d'accord sur la signification d'un mot. On peut apprendre par là ce qu'a pu signifier l'invention de la notion de pression. Un peu d'histoire des sciences peut être ici de mise.

Suite à cette seconde observation, on peut considérer les modifications qu'on voudrait apporter au dessin-schéma. A chaque étape du module, on pourrait ainsi modifier critiquement le dessin-schéma.

* **<u>Insérer la problématique dans un cadre plus large</u>**

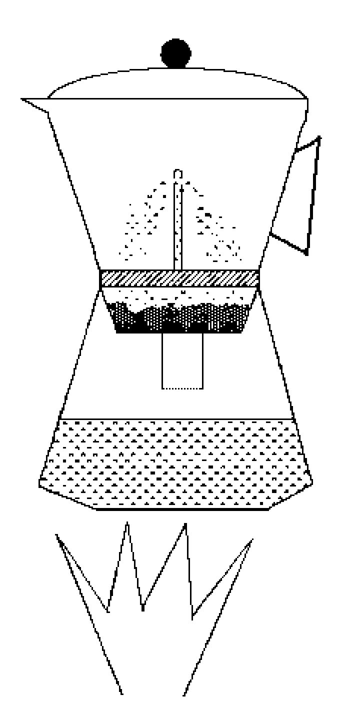
On peut maintenant se demander comment le modèle réalisé de la cafetière permet de donner des normes pour son utilisation. L'enseignant pourrait rédiger une notice de fonctionnement avec les élèves (des élèves auront sans doute de la peine à procéder à une telle rédaction tout seuls, mais, à défaut, ils pourront, dans celle de l'enseignant, reconnaître l'impact de leur "recherche").

On peut aussi se poser la question de la sécurité. On pourrait, par exemple, tester que le modèle de fonctionnement n'est probablement pas à même d'expliquer quelques normes de prudence. Et, on pourrait procéder à quelques nouvelles observations pour voir quelles précautions prendre pour éviter de se brûler, ou pour voir si, lorsqu'on soulève le couvercle, le café se répand, ou non, partout. L'intérêt de ce travail est aussi d'aider les élèves à percevoir que l'observation en vue du fonctionnement ne sera pas la même que celle en vue de la sécurité.

Il est possible aussi de faire - avec grande prudence car on peut s'interroger sur ce qui se passera - des tests examinant ce qui se passe si l'on met trop d'eau dans la cafetière.

* **<u>En fin de parcours</u>: synthèse de ce travail combinant observations, expériences et modélisation (verbale et par schéma).**

On peut aussi se servir du schéma de mode d'emploi, le compléter en notant les numéros manquants, et chercher à découvrir pourquoi le second schéma présenté est celui d'une cafetière qui ne fonctionnera jamais.



Cette cafetière ne fonctionnera jamais, pourquoi ?

INSTRUCTIONS POUR L'EMPLOI

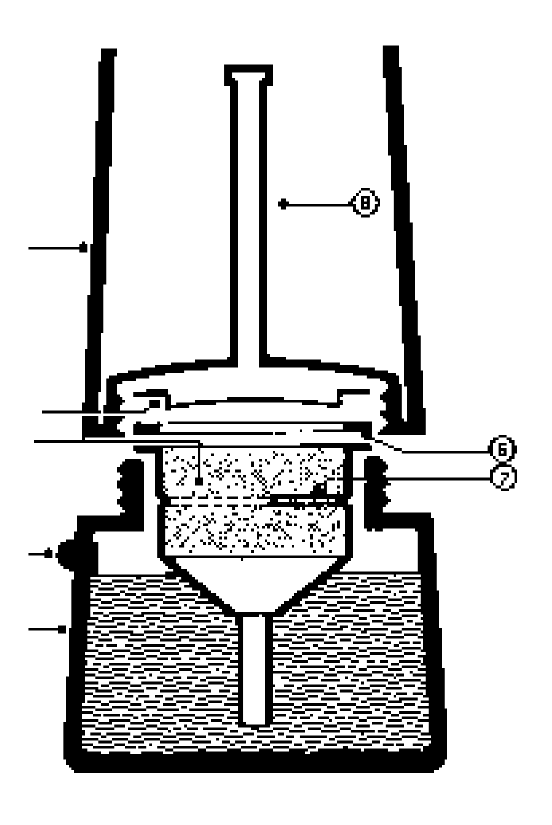
a) Remplir d'eau la partie inférieure **(1)** jusqu'à la petite soupape (**2**).

b) Mettre dans l'entonnoir **(3)** la poudre de café.

c) Introduire l'entonnoir à sa place, soigneusement nettoyé de tout grain de café.

d) Visser fortement la partie supérieure **(4)** sur la partie inférieure **(1)** de façon que la cafetière soit bien bloquée.

e) La cafetière est dotée d'un filtre réducteur. Pourtant vous pouvez obtenir un nombre de tasses de café égal à la moitié de la capacité de votre cafetière.
Pour cela il suffit que vous insériez le filtre **(7)** dans l'entonnoir. Ensuite mettre dans l'entonnoir la poudre de café et remplir à moitié d'eau la partie inférieure.



POUR OBTENIR LE MEILLEUR FONCTIONNEMENT DE LA CAFETIERE IL SUFFIT DE SUIVRE LES CONSEILS SUIVANTS :

1. Utiliser seulement du café pur pas trop finement moulu. (N'utiliser ni extraits ni succédanés d'aucune sorte ; ceux-ci contiennent en effet des substances à base de goudron qui obturent les filtres)

2. La cafetière doit toujours être utilisée avec le filtre **(5)** mis en place correctement, afin d'éviter que la petite colonne **(8)** soit obstruée par la poudre de café, ce qui empêcherait ainsi le fonctionnement de la cafetière.

3. Tenir toujours la flamme basse et retirer la cafetière du feu lorsque la partie supérieure sera remplie de café.

4. Contrôler périodiquement l'état d'usage des accessoires (filtre, joint en caoutchouc, soupape, entonnoir) et, s'il est nécessaire, les remplacer avec les pièces de rechange originales.

Exercice : ajouter les numéros manquants.

Ministère de la Communauté française
Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique

---

Contribution à un enseignement des sciences fondé sur la construction de compétences

(1er degré ens. secondaire)

Albert ART, Cécile de BUEGER, Philippe DELFOSSE, Gérard FOUREZ,
Jean-Marc GUILLEMEAU, Léon MATHOT, Antoine ROOSEN

Publié en 1996

ENSEIGNEMENT DES SCIENCES PAR L'EXPERIENCE

Pourquoi l'expérience?

Parce que:

1) Elle apporte une preuve que les lois décrites dans les livres ou au tableau découlent bien de phénomènes physiques concrets qui nous entourent et que certains sont même à la base de l'équilibre dynamique de notre univers, comme la force gravitationnelle, le mouvement circulaire.

2) Elle permet de visualiser les phénomènes en même temps qu'elle aide à la mémorisation, à capter l'attention des élèves, à inciter le questionnement, à suggérer des réflexions qui surprennent parfois par leur pertinence.

3) L'expérience permet de mettre en évidence que les lois du physicien ne sont vérifiées qu'avec une certaine approximation par le fait que les appareils de mesures ou d'observations ne sont pas parfaits, ce qui induit automatiquement des erreurs et une reproductibilité relative.

4) C'est aussi grâce à leur réalisation que les élèves approfondiront et comprendront davantage le contenu d'une loi ou d'une formule, ce qui n'est pas aisé à obtenir à partir d'un cours donné uniquement au tableau; ils pourront également comparer leurs conclusions à celles données dans les manuels. Quelques exemples sont donnés en appendice.

Quelques remarques utiles pour les enseignants qui aimeraient utiliser cette pédagogie

Beaucoup de chapitres de la physique se prêtent à l'expérience, mais elles nécessitent souvent un peu de "bricolage" (qui devrait d'ailleurs s'apprendre au cours des études), d'imagination et surtout d'enthousiasme. Ce dernier naît de lui-même lorsqu'on a eu la satisfaction d'avoir réussi des expériences, surtout si elles ont été réalisées avec du matériel "brico" ou "ménager". Les élèves devraient si possible participer activement à leur réalisation soit en apportant du matériel, soit en fabriquant eux-mêmes une expérience.

Il est fortement conseillé de faire l'expérience soi-même avant de l'entreprendre avec les élèves, car il arrive parfois qu'on tombe sur un écueil ou que ce que l'on veut montrer est noyé dans "le bruit de fond". Mais pour l'enseignant un échec reste malgré tout enrichissant du point de vue de sa propre expérience dans l'enseignement des sciences.

Le fait de laisser libre champ aux questions des élèves donne au début une impression d'insécurité par rapport au cours ex cathedra. Cependant on s'apercevra par la suite que le cours devient plus vivant et que le contact avec les élèves s'accentue et permet d'ouvrir la discussion. Il faut aussi apprendre à ne pas pouvoir répondre sur le champ à toutes les questions. Proposer alors de rechercher la réponse par ses propres moyens. Nous proposerons par la suite de vous aider en vous communiquant un numéro d'appel, soit pour obtenir le renseignement en direct, soit pour vous renseigner la documentation adéquate.

Il arrive que des remarques ou des questions soient posées au cours des expériences sans beaucoup d'à propos, il ne faut pas décourager les interventions des élèves, mais il faut cependant exiger qu'elles ne soient pas le fait du hasard, parce que toujours accompagnées d'une tentative de justification.

Chaque fois que l'occasion se présentera on fera remarquer que les lois décrites par la mathématique, idéalisent les faits expérimentaux. Elles ne sont donc que la "traduction", en termes de symboles, de la réalité des mesures qui, elles, sont toujours entachées d'erreurs, aussi petites soient-elles [1].

Au cours de l'expérience, laisser les élèves proposer des modifications de paramètres qui pourraient influencer le phénomène. Il faut aussi les laisser s'assurer de la reproductibilité des résultats. Les élèves feront pour commencer une simple description phénoménologique des expériences. Ensuite, on tentera de leur faire faire des mesures tout en tenant compte des erreurs et de dessiner des graphes avec croix d'erreurs. On introduira à cette occasion la notion de variable et de fonction de la variable. A partir d'un cas particulier qui viendrait d'être traité, essayer de généraliser et de faire déduire la loi par l'introduction du formalisme qui sert à "encoder" les résultats expérimentaux.

On fera remarquer que le "décodage" est l'opération inverse qui consiste à redonner un sens physique aux symboles utilisés dans la formule; ceci met bien en évidence le passage du concret à l'abstrait et inversement. C'est souvent l'encodage qui est la partie difficile à faire passer car elle nécessite l'utilisation des mathématiques. C'est ce qui fait souvent dire aux élèves qu'ils n'aiment pas la physique.

Si la manipulation s'y prête on tentera également de discuter les limites de validité des lois (voir exemples en appendice).

En conclusion une telle approche pourrait être qualifiée de scientifique car elle est basée sur la recherche de la compréhension des phénomènes et les conclusions qui en sont tirées proviennent de mesures répetées et raisonnablement reproductibles.

D'une manière générale dans cette façon d'approcher les sciences dans une classe, le professeur devrait, autant que possible, laisser le maximum d'initiatives aux élèves, et ne devrait servir que de guide et de modérateur. La leçon devrait alors se terminer par une synthèse à laquelle les élèves participent.

---

[1] Une précision infinie n'existe pas dans la réalité de par le principe d'Heinsenberg.

Voici quelques exemples d'expériences parmi bien d'autres

1. Pression, force de pression, presse hydraulique, conservation de l'énergie

a) Compressibilité, incompressibilité d'un fluide

Nécessite l'achat de quelques seringues en pharmacie; une pompe à vélo et une roue munie de son pneu. La seringue contenant de l'air permet de montrer sa compressibilité et sa dilatation. La remplir au 3/4 d'air en tirant sur le piston puis fermer l'extrémité (vis à bois, colle). Pousser et tirer sur le piston, laisser les élèves constater par eux-mêmes.

Questions à poser aux élèves:

Pourquoi doit-on appuyer avec plus de force sur le piston à la fin du parcours qu'au début? Même question pour la traction du piston. Pourquoi le piston a-t-il tendance à reprendre sa place lorsqu'il n'est plus sollicité, et pourquoi ne la reprend-t-il pas exactement? A l'aide d'un dynamomètre attaché au piston et des indications de volumes sur la seringue, tenter de quantifier (PV=NRT=constante).

La pompe à vélo:

La pompe à vélo n'est autre qu'une grande seringue. Plus le pneu est gonflé, plus cela devient difficile à pomper et plus le pneu devient dur, pour quelles raisons? Pourquoi l'ai ne ressort-il pas du pneu après chaque coup de pompe? En déduire le fonctionnement de la pipette. Apporter une pipette démontée (marchand de vélo). D'où vient l'air qui remplit le corps de la pompe lorsque le piston est tiré vers l'extérieur et ce après avoir refoulé précédemment l'air dans le pneu? Si on gonfle un pneu rapidement, que ressent-on après un certain temps à l'extrémité de la pompe? Expliquer. L'air (un gaz) est-il infiniment compressible? Est-il infiniment dilatable? Change-t-il de densité lorsqu'il et comprimé ou dilaté?

Introduire la notion de pression et de force de pression à l'aide de la pompe à vélo. En enfonçant le piston et en mettant le doigt sur l'ouverture de la pompe (la pression augmente dans le cylindre) on ressent alors une force qui tend à éloigner le doigt de l'ouverture (force de pression=p multipliée par la section de l'ouverture) et une force qui tend à le coller sur celle-ci, quand le piston et tiré vers l'extérieur. C’est sur ces observations que l'on peut introduire la notion de pression et de force de pression qui en résulte.

Expériences à l'aide de ventouses:

A l'aide de ventouses de sections différentes (débouche évier et fléchette) il est aisé de mettre bien en évidence que pour une même pression (la pression atm.), il existe une différence entre les deux forces de pression qui "colle" les deux ventouses sur la table. L'utilisation d'un dynamomètre (ou simplement d'élastiques) permet de faire des mesures de la force qu'il faut exercer pour décoller les ventouses. Un calcul permet de déterminer grossièrement la valeur de la pression atmosphérique.

Une seringue remplie d'eau au 3/4 est bouchée comme précédemment. Ici on montre l'incompressibilité et l'inextensibilité de l'eau, très impressionnant à constater! La seringue ne peut pas contenir d'air!

Questions à poser aux élèves:

Lorsqu'on pousse ou que l'on tire sur le piston, ce dernier ne se déplace pas, pourquoi? En faisant cette opération, la pression dans l'eau varie-t-elle? Sur quel principe se base-t-on pour justifier la réponse? Si le professeur ou un des élèves est adroit il peut construire un ludion avec un couvercle (ou un bouchon creux) d'un récipient qui peut entrer dans la seringue; le fermer par un morceau de ballon de baudruche (collé à la patèque). Ceci permettra de vérifier cette variation de pression en observant le comportement de la membrane élastique.

b) La presse hydraulique

Nécessité deux seringues de diamètre différent et un morceau de tube en plastique. Les deux seringues, l'une d'un grand diamètre et l'autre d'un plus petit sont remplies partiellement d'eau et reliées entre elles par un morceau de tuyau souple en plastique (quincaillier ou brico).

Cette expérience peut montrer:

i. La conservation du flux: en poussant sur le piston de l'une des deux seringues l'eau passe de l'une dans l'autre sans changer le volume total dû à son incompressibilité. Les seringues étant graduées, on peut aisément constater ce fait en comparant les volumes contenus dans chacune d'elles.

ii. La conservation de l'énergie = travaux égaux effectués sur les deux pistons: h1 et h2 représentent respectivement les déplacements du grand piston vers le haut et du petit piston vers le bas, S et s étant leurs aires. D'où: S x h1 = s x h2, donc h1< h2 dans le rapport: s/S des aires. Ce rapport est le même que celui qui existe entre les forces qui agissent sur chacun des pistons, puisque p est la même partout et que la force est proportionnelle à la section. On en déduit que les travaux sont égaux: Fh1=fh2 et qu'il y a donc bien conservation de l'énergie. D'où ce qui est gagné en force, est perdu en chemin parcouru. Toute cette expérience peut être quantifiée par l'utilisation des graduations de la seringue et des poids déposés sur les pistons maintenus verticaux (statifs de chimie). C'est le principe de la presse hydraulique mais aussi de tous les système à démultiplications (dérailleur de vélo, boîte de vitesse de voiture,...)[2].

2. Optique

a) Rayons lumineux réfraction et réflexion totale

Matériel nécessaire:

Une lampe d'au moins 100 W avec des indications sur le sommet du bulbe (qui servira d'objet), un carton blanc (écran), une boîte de préférence en carton (chaussures) pour ne pas se brûler par la chaleur dégagée par la lampe placée à l'intérieur. Percer un trou de 2cm de diamètre dans la paroi du fond, préparer un papier noir (peu épais) avec plusieurs trous: 1cm; 0,5cm; 0,1cm (aiguille) qui sera placé ensuite devant le grand trou.

Expérience:

Placer la lampe allumée dans la boîte face au grand trou et observer: l'écran blanc est éclairé et aucune image des inscriptions n'apparaît. Mettre le carton percé devant le grand trou et faire défiler les autres ouvertures. Faire constater l'évolution de l'aspect de l'image et faire tirer des conclusions. Ensuite, faire des dessins, pour expliquer l'inversion des images et la variation de leur netteté en fonction des trous. Le petit trou permet d'aborder la notion de rayon lumineux. C'est le principe de la chambre obscure (voir dessin).

[2] Attention tenir compte des frottements du piston dans le cylindre !

Explications:

Chaque petite surface d'un objet qui reçoit de la lumière "blanche" du soleil ou d'une lampe, l'absorbe et en émet en retour une partie dans le domaine du visible (couleur). Cette lumière se propage en lignes droites et dans toutes les directions à partir de chaque surface. Dans l'espace environnant l'objet, toutes ces lumières se croisent et s'additionnent en chaque point de l'espace; le "désordre" qui en résulte ne permet plus de savoir d'où elles proviennent, d'où l'impossibilité de former une image.

La présence d'un petit trou placé devant l'objet fait en quelque sorte un "tri" parmi les lumières qui émanent de l'objet. Il ne laisse passer que ceux qui forment un petit cône dont le sommet et centré sur chacune des petites surfaces. Ils iront alors former une petite "tache image" sur un écran placé devant le trou.

L'ensemble de toutes les petites taches donnera l'image complète de l'objet. Plus le trou est petit, plus le tri et meilleur et plus l'image est nette. Cette image sera inversée par rapport à l'objet. Si il y a trop de lumière dans la classe, obscurcir à l'aide d'un tissu opaque.

On peut réaliser d'excellentes photographies à l'aide de cette boîte à condition que l'objet soit immobile, car les temps de pose peuvent atteindre une heure si le trou est très petit (trou d'aiguille 0,1 mm). Ces images n'ont pas de défauts.

Expériences à la maison ou en classe:

On peut proposer aux élèves de fabriquer une telle chambre. Si l'on veut faire des photos, il faut que quelqu'un possède un peu de matériel photographique (produits, film ou plaque). Préparer à l'avance dans une chambre noire (cave) la boîte percée du grand trou obstrué ensuite par un papier noir (peu épais) et coller le film ou la plaque photographique sur le couvercle avec lequel on fermera la boîte hermétiquement à la lumière (scotchtape noir). En classe on choisira un objet bien éclairé (les maisons d'en face) à ce moment on percera le trou dans le papier noir et on ne bougera plus à la boîte. Si on dispose de plusieurs boîtes on utilisera différents temps d'expositions (1/4, 1/2, 1 heure). Puis développer.

b) La réfraction, la réflexion totale

Matériel:

Un récipient (bocal transparent rectangulaire, bocal à poisson ou bocal en pvc transparent et d'au moins 30 cm de long en vent e dans toutes les grandes surfaces), une lampe (préférence halogène 20w<12°), une lentille convergente, un peu de lait et un miroir orientable [3].

Expérience:

Remplir le bocal d'eau et ajouter quelques gouttes de lait pour la rendre très légèrement blanchâtres, ce qui permettra de visualiser le faisceau (diffusion de la lumière). Mettre la face du bocal perpendiculairement au faisceau rendu parallèle à l'aide de la lentille. Ceci n'est pas nécessaire si on possède un laser. Plonger le miroir* dans l'eau de façon à intercepter le faisceau et modifier son angle d'inclinaison pour envoyer la lumière vers la surface de l'eau. A l'aide d'un écran blanc maintenu au dessus de l'eau on peut mettre en évidence la réfraction et ensuite la réflexion totale. On peut également faire des expériences en envoyant la lumière en venant par dessus la surface pour montrer la réfraction quand on passe de l'air dans l'eau et montrer que dans ce cas il n'y a pas d'angle limite. L'utilisation d'un laser facilite l'expérience. Avec la lentille convergente et le laser on peut également montrer qu'il n'y a pas qu'un seul foyer mais une infinité situés dans le plan focal; pour cela envoyer la lumière laser sous différents angles vers la lentille, le laser étant placé loin de celle-ci par rapport à la distance focale du plan focal. On peut aussi déplacer le laser parallèlement à lui-même et constater que le foyer principal reste en place.

Questions à poser aux élèves:

En maintenant l'axe du laser dans l'axe de la lentille, on obtient un point sur l'écran placé de l'autre côté et ce quelque soit la distance à laquelle se trouve l'écran. Pourquoi? Ensuite si on fait des mouvements autour de l'axe de la lentille avec le laser en maintenant son axe parallèlement à l'axe de la lentille, on constate que le point apparaissant sur l'écran ne bouge pas, à condition que l'écran se trouve à l'endroit du plan focal. Expliquer.

Si un petit objet se trouve au fond de l'eau et que l'on désire le saisir en main, y arrive-t-on facilement? Est-ce la même chose si un indien désirait attraper un poisson à l'aide de son arc et d'une flèche tirée du dessus de l'eau? C'est la même question que se posent les poissons qui se nourrissent d'insectes volant au-dessus de l'eau et des rapaces qui se nourrissent de poissons.

---

[3] Voir croquis en annexe montrant comment réaliser un miroir pivotant.

Lorsqu'on nage sous l'eau à faible profondeur et que l'on regarde devant soi en levant les yeux, la surface de l'eau semble un miroir. Aucun objet extérieur n'est visible! Faire un croquis pour comprendre, en s'aidant des lois de la réfraction.

Prendre le récipient utilisé plus haut et le remplir d'eau claire. Mettre le doigt contre la paroi à l'extérieur du récipient et face à soi. Regarder au-dessus de l'eau dans la direction de votre doigt. Le voyez-vous? et en poussant fort sur la paroi? S'appuyer sur la réflexion totale pour expliquer.

Coller un morceau de scotchtape dans le bas de la paroi intérieure du récipient et le regarder par au-dessus à travers l'eau tout en descendant un doigt le long de la paroi extérieure sans appuyer sur celle-ci. Arrêter lorsqu'on pense être en face de l'emplacement du scotchtape. Ne pas bouger le doigt et regarder maintenant à l'extérieur, surprenant! Expliquer.

Appendice:

Exemples où faire l'expérience a toute son importance:

1) La mesure d'une résistance Rx à l'aide du pont de Wheatstone en est un exemple (schéma en annexe). En effet, pour établir analytiquement la formule Rx=R3.R2/R1 on suppose qu'à l'équilibre du pont, l'intensité traversant le galvanomètre vaut zéro; de ce fait ni la tension, ni la valeur ohmique des résistances, ni la sensibilité de l'appareil de mesure n'interviennent dans la formule, comme si le résultat en était indépendant! Ceci mène expérimentalement à l'énormes erreurs sur la détermination de la valeur de la résistance inconnue et l'estimation de l'erreur. Sans avoir effectué l'expérience on ne peut s'en rendre compte et en conséquence on risque d'enseigner des théories en ne se doutant pas qu'il peut se cacher des pièges. En réalité la formule correcte s'obtient en résolvant le système d'équations établies à partir des lois de Kirchoff et la détermination de l'erreur se fait en général directement à l'aide du pont.

2) Archimède. On s'aperçoit en faisant beaucoup d'expériences relatives au principe d'Archimède, qu'il est plus "général" de dire dans l'énoncé du principe: "poids du volume occupé" plutôt que de dire: "poids du volume déplacé" ce qui parfois ne correspond pas à la réalité.

Exemples de limite d'applicabilité de formules:

L'application de la formule de la loi d'Ohm est toujours valable, par contre l'application de la loi d'Ohm ne l'est pas toujours. On ne peut donc l'appliquer pour autant que la résistance ne varie pas lorsqu'on change la tension à ses bornes (un semi-conducteur ou lampe à incandescence).

L'expression du travail s'écrit FL dans le cas tout à fait particulier où la force et le déplacement sont sur la même droite et que la force F reste constante pendant le déplacement L. C'est donc loin d'être le cas général où l'angle entre F et L intervient.

La mécanique classique (Newton) n'est valable que dans le cas où on fait l'hypothèse que la masse reste constante. Mais la masse est toujours régie par le coefficient relativiste: 1/1-(v2/c2). De cette formule on voit que la mécanique classique n'est valable que lorsque la vitesse de l'objet est petite par rapport à celle de la lumière c. Les électrons accélérés sous une tension de 1.000.000 de volt acquièrent par exemple une masse apparente 2.000 fois plus élevée qu'au repos. On peut aussi faire remarquer que l'addition des vitesses n'est pas valable lorsqu'il s'agit de la lumière. Si v est la vitesse d'une voiture, phares allumés, la vitesse de la lumière émise n'est pas égale à v+c.

En optique, la notion de rayon lumineux a une limite. Il faut parler en terme d'ondes quand la lumière passe par un orifice extrêmement petit ou quand il s'agit d'interférences. Cela peut se vérifier avec la boîte noire en pratiquant un trou extrêmement petit (faire des essais) et en prenant une lampe très lumineuse à filament apparent. Si l'expérience est réussie il apparaît plusieurs images du filament dues à la diffraction de la lumière au travers du trou.

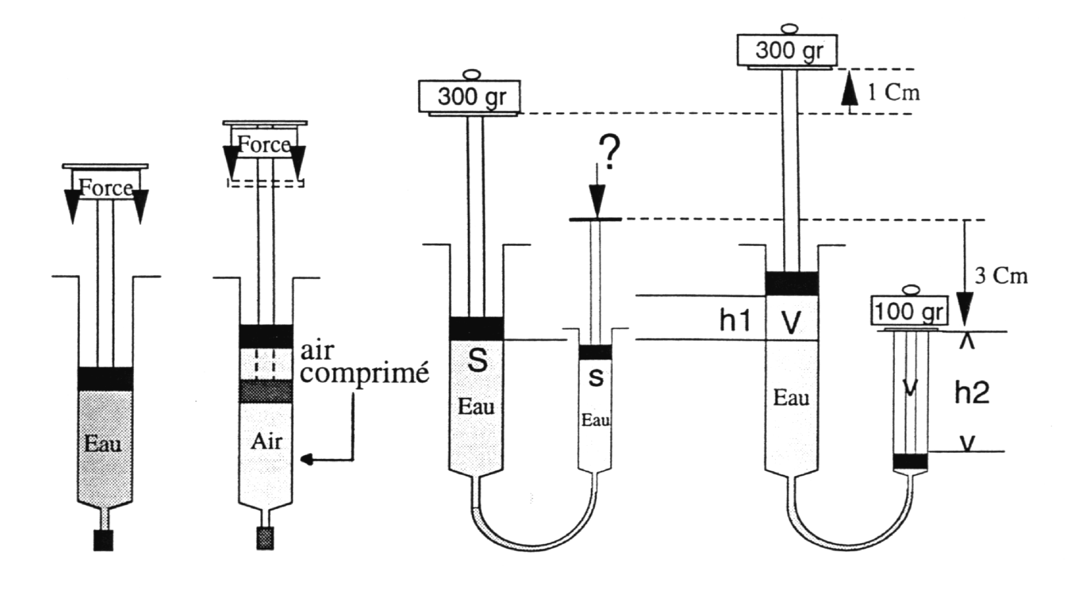
Pour plus d'exemples ou d'expériences à réaliser vous pouvez téléphoner à Albert ART, U.L.B. Tél.: 02/650.57.37.

Des seringues ... de l'eau ... de l'air ...

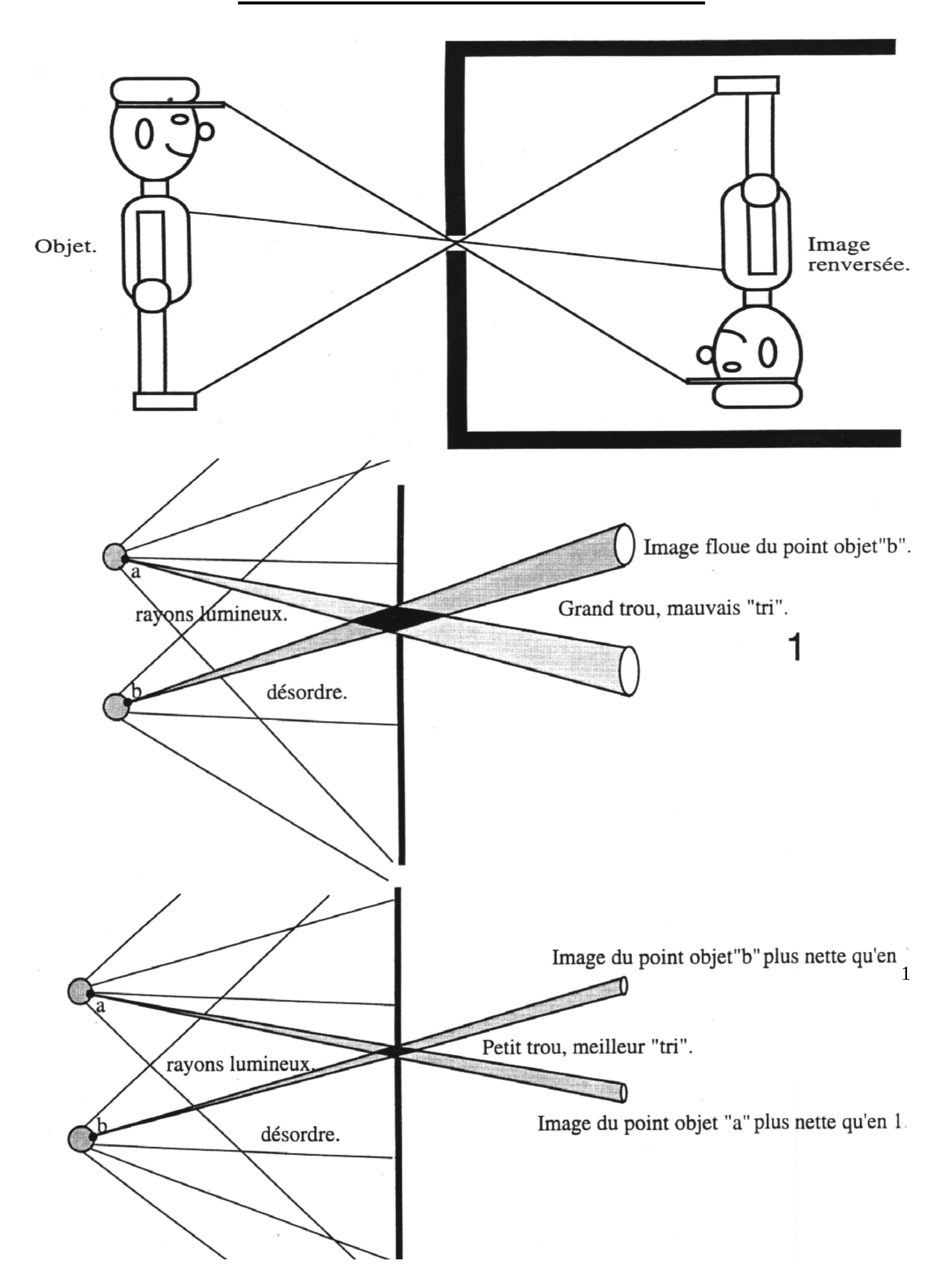
une petite presse hydraulique ...

Met en évidence le phénomène de compressibilité ou d'incompressibilité des fluides et le principe de la presse hydraulique.

<u>**Expérience**</u> : en appuyant sur le piston d'une seringue remplie d'eau, on montre que **l'eau** est **très peu compressible** et aussi **très peu extensible**, tandis qu'une autre, remplie d'**air**, met en évidence que ce dernier est **très compressible** et **très extensible**. Ceci s'étend à tous les liquides et à tous les gaz.

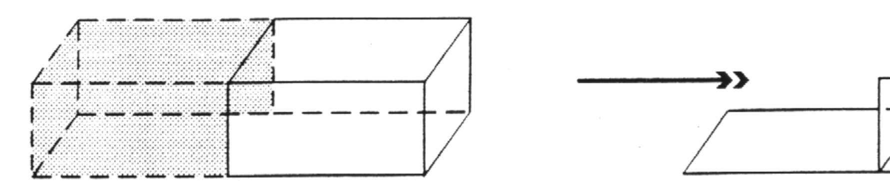


PRINCIPE DE LA CHAMBRE NOIRE



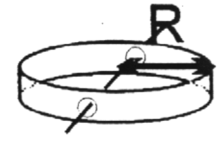
1) Prendre une boîte en plastique (margarine, crème glace, ...)

2) Découper la boîte comme suit :



et pratiquer deux trous dans lesquels on passera l'axe (aiguille à tricoter, pique de brochette). Il faut que l'axe tourne avec frottement de façon à ce que le miroir puisse rester en place pour un angle donné.

3) Prendre un couvercle de boîte avec un rebord. Il faut qu'il rentre dans la largeur de la boîte support et que son rayon **R** soit inférieur à **a** afin qu'il puisse tourner.

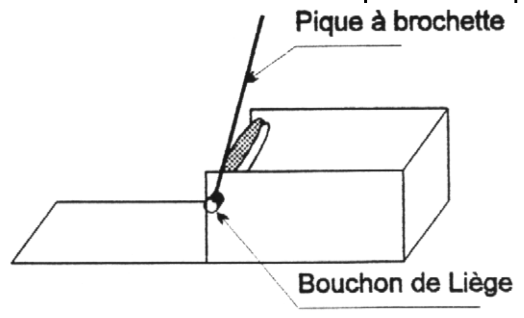


4) Pratiquer dans le couvercle deux trous de même diamètre que ceux faits dans la boîte support. L'axe doit pouvoir y pénétrer avec frottement.

5) Coller un petit miroir sur le côté extérieur du couvercle (colle Patex).

6) Enfiler l'axe au travers du support et du couvercle et mettre un point de colle pour fixer le couvercle sur l'axe.

7) Enfiler un bouchon sur la partie de l'axe qui sort du support et dans lequel on pique le bois de la brochette qui servira à orienter le miroir de l'extérieur de l'eau contenue dans un récipient transparent (aquarium) à faces parralèles.



Préparer une pique à brochette introduite dans un bouchon, ce qui permettra de maintenir le support dans le fond du récipient pendant que l'on modifie l'angle du miroir.

Ministère de la Communauté française
Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique

---

Contribution à un enseignement des sciences fondé sur la construction de compétences

(1er degré ens. secondaire)

Albert ART, Cécile de BUEGER, Philippe DELFOSSE, Gérard FOUREZ,
Jean-Marc GUILLEMEAU, Léon MATHOT, Antoine ROOSEN

Publié en 1996

SCIENCES: 1er DEGRE: EXEMPLE DE SEQUENCE DE LECON

Léon MATHOT

SUJET: La pression atmosphérique.

Remarque: Il s'agit d'une première sensibilisation à la notion de pression atmosphérique.

NIVEAU: 1ère A

OBJECTIFS:

A. Objectifs notionnels:

Au terme de la séquence, les élèves seront capables de:

1. Expliquer et interpréter un certain nombre de phénomènes et de situations familières (manipulation d'objet, d'appareil, expérience scolaire,...) en utilisant la notion de pression atmosphérique.

2. Avoir une certaine représentation théorique de la notion de pression atmosphérique.

B. Développement de capacités de base:

Les élèves seront amenés à mettre en oeuvre un certain nombre de capacités de base:

- utiliser correctement les expressions: pression atmosphérique, retrait (= "vide partiel") d'air, force pressante;

- rédiger un petit texte qui décrit les effets de la pression atmosphérique dans des situations familières (voir exemple ci-dessous);

- compléter un schéma décrivant une situation familière où intervient la pression atmosphérique en y indiquant des flèches (= symboles des forces pressantes).

PREREQUIS: les notions d'air et de fluide, la notion élémentaire de force.

Remarque:

La notion d'air n'est pas bien perçue chez les élèves de 12-13 ans. Avant d'aborder le sujet ci-après, il serait utile de proposer aux élèves des petits exercices du genre de ceux-ci:

1. disposer plusieurs récipients (pot à confiture, bouteille,...) devant les élèves et leur demander ce qu'ils contiennent;

2. idem avec des récipients fermés;

3. plonger une bouteille dans de l'eau, l'incliner pour faire sortir l'air,... demander aux élèves de décrire cette manipulation.

DEROULEMENT DE LA LECON:

A. Activité n°1:

Décrire ce qui se passe lorsqu'on boit un berlingot de jus à l'aide d'une paille. Noter au fur et à mesure les observations (= ce que l'on voit, l'on entend, les gestes et choix faits) en n'oubliant pas que le but est de comprendre ce qui se passe.

Exemple du récit attendu:

- je perce le berlingot (dans le petit cercle prévu) avec l'extrémité du chalumeau;
- * - je plonge le chalumeau dans le jus;
- * - j'aspire (je suce...) l'air du chalumeau;
- * - le jus monte dans le chalumeau jusque dans ma bouche;
- * - j'avale une gorgée de jus... en lâchant momentanément le chalumeau;
- j'entends un pschitt...!
- j'aspire à nouveau...;
- à la fin,... j'aspire du jus et de l'air...;
- chaque fois que j'aspire, la boîte s'écrase; elle reprend sa forme lorsque j'arrête d'aspirer;
- si je souffle dans le chalumeau, la boîte gonfle...;
- si j'élargis le trou prévu pour le chalumeau, que se passe-t-il quand j'aspire?

Remarque: Les éléments soulignés ci-dessus sont importants pour la suite de la leçon.

B. Activité n°2:

Idem activité n°1 mais il s'agit ici de boire un verre au chalumeau.

Remarque:

Dans le récit des élèves, certaines notions seront communes à l'activité n°1 (voir *).

C. Phase de questionnement:

Inviter les élèves à se poser des questions à propos du phénomène observé:

- qu'est-ce qui fait monter le jus dans la bouche?
- pourquoi entendons-nous un petit pschitt?
- pourquoi la boîte s'écrase-t-elle?
- pourquoi utilise-t-on l'extrémité pointue du chalumeau pour percer la boîte?

D. Phase de raisonnement guidé:

- dans un premier temps, les élèves font appel à leurs représentations (conceptions) pour "*expliquer*" les phénomènes observés;

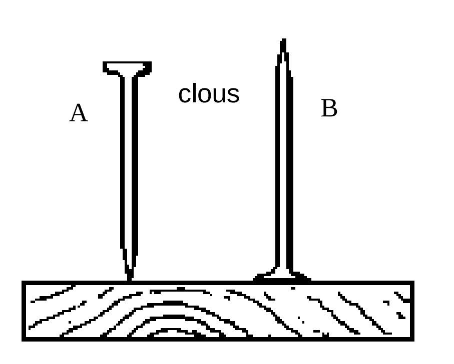
- après un échange d'idées, faire constater qu'il y a un besoin d'explication par rapport à deux phénomènes distincts:

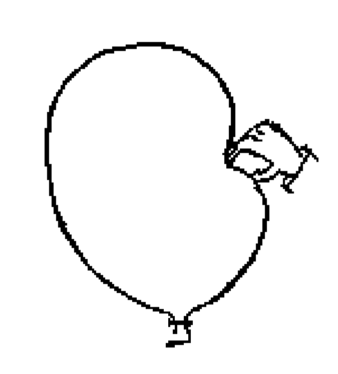
  a) percer la paroi du berlingot;
  b) aspirer (faire monter) le jus.

a) Percer la paroi du berlingot:

Proposer des manipulations complémentaires:

- percer la paroi d'une boîte de conserves à l'aide d'un clou;
- enfoncer un clou dans une planche (voir figure 1)
- enfoncer un objet dans un ballon gonflé... (voir figure 2).





Chaque fois, il s'agit **<u>d'une force qui s'exerce sur un objet solide</u>** (pour le percer, le graver,...).
L'effet maximum est obtenu si j'utilise un objet pointu (clou, chalumeau taillé en biseau,...).

Il y a une relation **<u>force exercée</u>** et **<u>surface d'action</u>**.

<u>Premières conclusions:</u>

On appelle le résultat (= l'effet) d'une force agissant sur une surface une **<u>pression</u>.**
Plus la **<u>force pressante</u>** est grande, plus la pression est importante.
Plus la **<u>surface de contact</u>** de la force est petite, plus la pression est importante.

<u>b) Aspirer (faire monter) le jus dans le chalumeau:</u>

Dans les deux manipulations ci-dessus, l'air joue un rôle important...
C'est à cause du « vide d'air » provoqué dans le chalumeau que le jus monte.

En effet, si nous perçons un petit trou dans le chalumeau, nous inspirons de l'air continuellement. Il n'est plus possible de créer un « vide d'air » dans le chalumeau. (figure 3, a, b, c)

Deux idées importantes doivent être comprises et assimilées par les élèves:

1. l'air est un corps gazeux qui existe partout à la surface de la Terre (= l'atmosphère a une épaisseur de 10 à 20 km). C'est un corps léger certes, mais il a un certain poids (l'air est pesant, environ 1 kg/m^3).

2. par analogie avec une colonne d'eau qui exerce une pression sur le fond d'un vase (et ceci est bien visible si le fond du vase est une membrane élastique), on peut dire qu'une colonne d'air exerce une pression sur les objets situés sur la Terre.

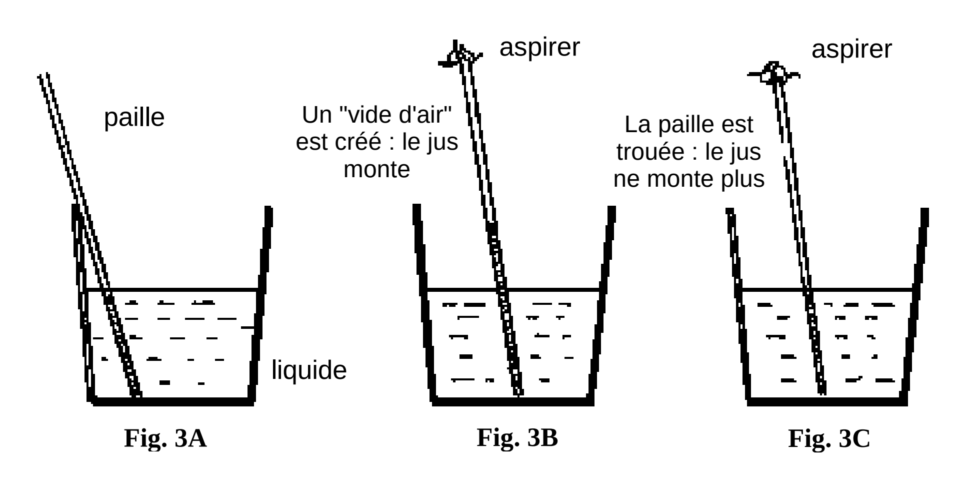


Fig. 3A **Fig. 3B** **Fig. 3C**

<u>Deuxième conclusion:</u>

La pression exercée par l'air sur tous les corps à la surface de la Terre est appelée **« pression atmosphérique »**.

<u>Remarque:</u>

Les corps solides subissent la pression atmosphérique sur la totalité de leur surface au contact avec l'air.

E. Schématisons la situation expérimentale:

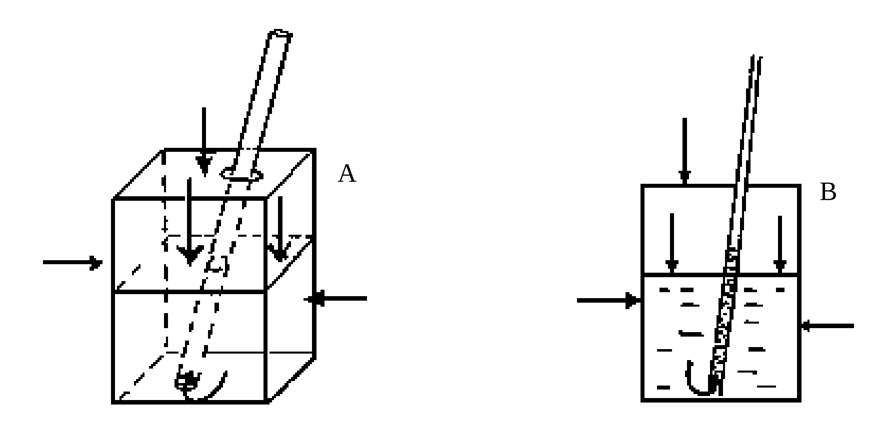


Fig. 4 (A et B): Les forces pressantes qui caractérisent la pression atmosphérique s’exercent sur les parois du berlingot mais aussi à la surface du liquide.

F. Réinvestissons ces premières conclusions dans deux nouvelles situations expérimentales:

Activité n° 3:

Remplir une bouteille plastique jusqu'à ras bord (N.B.: choisir une bouteille à large goulot), poser un carton et retourner le tout. Le carton reste collé au goulot de la bouteille.

Explication: la pression atmosphérique retient le carton sur le goulot. Elle est donc supérieure à la pression de l’eau exercée dans l’autre sens.

Perçons le fond de la bouteille à l’aide d’un fil de fer chaud... le carton se décolle... l’eau coule.

Explication: ...

Activité n° 4:

Prélever quelques gouttes d’eau à l’aide d’un compte-gouttes.

*G. **Premier "modèle" de la pression atmosphérique:***

Le poids (= force agissante) de l'air s'exerçant sur tous les corps (solides, liquides,...) à la surface de la Terre est à l'origine de la **pression atmosphérique**.
La pression atmosphérique agit sur toute la surface des objets. C'est pour cela qu'ils ne se déforment pas.
Lorsqu'il y a un "*vide d'air partiel*" (ex.: dans le chalumeau, dans le compte-gouttes,...), l'air libre (ou le liquide) est poussé par la force pressante existant au niveau du goulot.

***Applications*:**

Les élèves peuvent utiliser ce premier "*modèle* " explicatif pour décrire les manipulations suivantes:

- le fonctionnement d'une seringue;
- idem de l'abreuvoir pour oiseaux;
- idem de la ventouse.

EVALUATION:

1. Remplir une éprouvette d'eau. Fermer l'orifice avec la paume de la main. Retourner l'éprouvette dans un cristallisoir contenant de l'eau.
   N.B.: Les élèves font la manipulation ou le professeur la fait, sans commentaires, devant la classe.

   Que constatez-vous? R:...
   Expliquez à l'aide d'un schéma annoté.

2. Un paquet de café moulu non ouvert est......... (notez la forme et la consistance).
   Lorsqu'on fait une entaille dans l'emballage, le paquet devient.................................... (notez la forme et la consistance).
   Expliquez ce qui se passe lorsqu'on ouvre l'emballage.

3. Pour ouvrir le couvercle d'un pot de confiture, il faut parfois avoir recours à un objet pointu (couteau,...).
   Pour quelle raison? Expliquez.

Ministère de la Communauté française
Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique
____

Contribution à un enseignement des sciences fondé sur la construction de compétences

(1er degré ens. secondaire)

Albert ART, Cécile de BUEGER, Philippe DELFOSSE, Gérard FOUREZ, Jean-Marc GUILLEMEAU, Léon MATHOT, Antoine ROOSEN

Publié en 1996

SOCLE DE COMPETENCES EN SCIENCES AU PREMIER DEGRE

DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Proposition d'une grille d'évaluation en termes de critères comportementaux

Jean-Marc GUILLEMEAU (U.L.G.)

But de la grille:

La grille propose des critères d'évaluation pour faciliter l'évaluation formative et certificative des compétences que devraient acquérir les élèves dans le cadre du cours de sciences au premier degré. Evaluer l'apprentissage d'un ensemble complexe de compétences reste une tâche ardue, voire impossible. Les critères énoncés dans la grille seront donc envisagés comme des "indicateurs" permettant d'estimer dans quelle mesure l'élève mobilise le socle de compétence souhaité. Ces indicateurs ne fournissent bien sûr que des informations partielles sur les compétences réellement développées chez les élèves, mais ils ont le mérite de rendre l'évaluation plus opérationnelle et plus objective. En conséquence, les critères proposés sont à la fois peu nombreux et exprimés en terme de comportements précis et aisément observables chez l'élève.

Définition (provisoire) d'un socle de compétences en sciences au premier degré: observation et modélisation scientifique

Le document inter-réseaux énonce les compétences qui devraient être acquises par les élèves à l'issue du premier cycle. Lorsqu'elles sont articulées entre elles, ces compétences permettent à l'élève de coupler efficacement les activités d'observation et de modélisation. Un socle de compétences peut donc se définir ainsi: à l'issue du premier cycle, les élèves devraient être capables (seuls ou en groupes) de produire des récits d'observation de situations naturelles (un phénomène physique, une plante par ex.) et de situations techniques (un appareil ménager, un outil par ex.) et des les mettre (au moins en partie) par écrit; ils devraient également être capables d'élaborer un "modèle adéquat" de telles situations dans le cadre d'un contexte et d'un projet donnés et d'utiliser ce modèle pour établir une communication efficace entre différents acteurs, et cela toujours dans le cadre du contexte et du projet fixés.

Utilisation de la grille:

La grille devrait permettre d'aider les élèves à acquérir, de manière continue, le socle de compétences tel qu'il vient d'être défini. Elle sera donc utilisée lors des différentes activités didactiques durant les deux années de premier cycle, notamment lors:

* de séquences d'apprentissage "dirigées" par l'enseignant dans le but d'identifier, de concrétiser et de discuter les compétences attendues chez les élèves;

* de travaux de groupes afin d'aider les membres du groupe à effectuer un bilan personnel ou collectif des compétences réellement mobilisées;

* du développement de projets (individuels ou collectifs) entrepris par les élèves afin d'installer un apprentissage et une évaluation continue des compétences mises en oeuvre;

* de l'évaluation certificative (situation d'examen à l'issue de la deuxième année) afin de confirmer l'acquisition du socle de compétences.

Intentions	Critères relatifs aux différentes étapes de la démarche d'observation - modélisation	Critères relatifs au débat socio-cognitif au sein du groupe (groupe classe, par ex.)
	Ces critères seront utilisés dans un contexte de communication: rédaction ou présentation orale d'un récit d'observation et de sa conclusion sur le modèle élaboré.	
	L'élève sera capable de (d'):	L'élève sera capable de (d'):
Partir d'une situation-problème. Définir le contexte et le projet d'observation. Donner du sens à l'activité entreprise.	* énoncer le projet d'observation, c'est-à-dire le problème à résoudre et les questions qui en découlent; * décrire le contexte de l'observation, c'est-à-dire la situation et les objets retenus en fonction du projet; * citer certaines limites du projet d'observation imposées par la situation et les objets retenus.	* expliciter l'intérêt du projet d'observation pour différentes personnes (par ex. pour soi, pour le groupe-classe, pour des spécialistes, pour la famille, pour la société...); * distinguer, dans le contexte et le projet d'observation, les aspects qui ont été spontanément choisis par le groupe, ceux qui ont été suggérés par des spécialistes (l'enseignant par ex.) et ceux qui ont fait l'objet d'une négociation.
Expliciter les présupposés. Préciser les critères de décision.	* désigner les éléments que l'on trouve pertinents d'observer en fonction du contexte et du projet donnés; * désigner certains éléments que l'on néglige; * expliciter les critères utilisés pour faire le tri entre ce que l'on trouve pertinent, ou non pertinent, à observer en fonction du contexte et du projet donné;	* distinguer les éléments qui ont été spontanément jugés pertinents par le groupe, ceux qui ont été suggérés comme étant pertinents par des spécialistes et ceux qui ont été retenus comme étant pertinents suite à une négociation; * désigner les éléments à propodesquels le groupe admet qu'il existe un risque de les négliger dans l'observation.
Saisir et organiser des informations. Standardiser l'observation.	* préciser les instruments d'observation qui ont été sélectionnés, en fonction du contexte et du projet donnés (loupe, thermomètre, règle graduée,...); * citer les contraintes apparues lors du choix des instruments à utiliser (par ex.: matériel disponible); * citer certaines limites imposées par les	* désigner les instruments qui ont été librement choisis par le groupe et ceux qui résultent d'un compromis compte tenu du matériel disponible; * distinguer entre les moyens créés par le groupe et ceux mis au point par des spécialistes pour organiser le recueil d'information; * désigner les conventions

	instruments utilisés; * préciser, en fonction du contexte et du projet donnés, les moyens utilisés pour organiser les informations recueillies lors de l'observation (tableaux, graphiques, questionnaire,...); * citer les conventions admises (unités, couleurs, codes,...); * distinguer entre usage spontané et usage standardisé de certains termes techniques; * énoncer la définition retenue pour certains termes techniques compte tenu du contexte et du projet donnés;	librement admises (ou inventées) par le groupe et celles qui se réfèrent à un usage standardisé dans une communauté de spécialistes; * citer les termes sur lesquels le groupe s'est mis d'accord sur la manière précise de les définir ou de les utiliser; * expliciter certaines difficultés de communication dues à des malentendus sur la définition ou l'utilisation de certains termes.
Analyser les informations recueillies. Interpréter les observations. Structurer un modèle théorique.	* caractériser le type de relation établie entre différentes observations (relation causale, similitude, classe d'équivalence, sériation,...); * préciser les arguments en faveur d'une interprétation donnée; * distinguer "faits et opinions", c'est-à-dire entre ce qui est admis unanimement sans discussion comme un résultat d'observation et une interprétation discutable du phénomène qui produit ce résultat; * distinguer entre une proposition descriptive, un jugement de valeur et une proposition normative; * énoncer les modèles utilisés pour décrire certaines situations naturelles ou techniques; * citer les avantages et les inconvénients de quelques modèles proposés pour une même situation; * citer les arguments qui permettent de décider qu'un modèle est inadéquat par	* désigner les relations à propos desquelles le groupe admet qu'il existe un risque d'erreur, notamment en raison d'un manque d'information; * désigner les relations spontanément acceptées par le groupe, celles qui résultent d'une confrontation d'idées au sein du groupe et celles suggérées par des spécialistes; désigner les résultats d'observation qui ont été spontanément admis par le groupe et ceux qui ont fait l'objet d'une négociation afin d'être acceptés (résultat d'une mesure, description d'un phénomène,...); * distinguer les modèles spontanément acceptés par le groupe, ceux qui ont fait l'objet d'une négociation et ceux proposés par une communauté de spécialistes; * citer certaines interprétations ou modèles rejetés par le groupe.

	rapport aux contexte et projet donnés.	